

# 대한민국 특허청

## KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE

별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto  
is a true copy from the records of the Korean Intellectual  
Property Office.

출원번호 : 10-2002-0062844  
Application Number

출원년월일 : 2002년 10월 15일  
Date of Application OCT 15, 2002

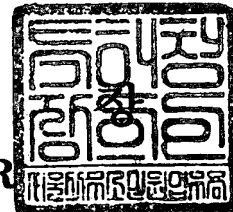
출원인 : 삼성전자주식회사  
Applicant(s) SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.



2003      년    07      월    16      일

특      허      청

COMMISSIONER



## 【서지사항】

**【서류명】** 특허출원서  
**【권리구분】** 특허  
**【수신처】** 특허청장  
**【제출일자】** 2002.10.15  
**【발명의 명칭】** 파이프라인 구조를 갖는 다단 A/D 컨버터 및 그것을 설계하기 위한 코딩 방법  
**【발명의 영문명칭】** MULTI-STAGE ANALOG TO DIGITAL CONVERTER WITH PIPELINE STRUCTURE AND CODING METHOD FOR DESIGNING IT  
**【출원인】**  
**【명칭】** 삼성전자 주식회사  
**【출원인코드】** 1-1998-104271-3  
**【대리인】**  
**【성명】** 박상수  
**【대리인코드】** 9-1998-000642-5  
**【포괄위임등록번호】** 2000-054081-9  
**【발명자】**  
**【성명의 국문표기】** 유승빈  
**【성명의 영문표기】** YOU, SEUNG BIN  
**【주민등록번호】** 690129-1011021  
**【우편번호】** 442-470  
**【주소】** 경기도 수원시 팔달구 영통동 신나무실 풍림아파트 602동 1101호  
**【국적】** KR  
**【심사청구】** 청구  
**【취지】** 특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인 박상수 (인)  
**【수수료】**  
**【기본출원료】** 15 면 29,000 원  
**【가산출원료】** 0 면 0 원  
**【우선권주장료】** 0 건 0 원  
**【심사청구료】** 5 항 269,000 원  
**【합계】** 298,000 원  
**【첨부서류】** 1. 요약서·명세서(도면)\_1통

**【요약서】****【요약】**

본 발명은 파이프라인 구조를 갖는 다단 A/D 컨버터에 관한 것으로, 아날로그 입력신호를 수신하여 샘플링하고 홀딩하는 샘플 앤드 홀더와 복수의 단으로 구성되고 샘플 앤드 홀더의 출력을 수신하고 원하는 수의 비트를 갖는 디지털 데이터를 발생시키는 컨버터부와 전 단 컨버터에서 오프셋 에러가 발생했을 때 전 단의 최하위 비트와 후 단의 최상위 비트를 중첩하여 보정하고 컨버터부의 각 단으로부터 디지털 출력신호를 수신하여 디지털 출력 데이터를 출력하는 보정회로로 구성된 파이프라인 구조를 갖는 다단 A/D 컨버터에 있어서, 컨버터부의 제 2 단에는 제 1 단에서 발생한 에러를 보정하기 위한 에러보정 비트를 두고 제 3 단 이하에서는 에러보정 비트를 두지 않는 것을 특징으로 한다.

본 발명에 따른 파이프라인 구조를 갖는 다단 A/D 컨버터는 회로가 간단하여 반도체 칩으로 구현 시 칩 면적을 적게 차지하고 전력소모가 적다.

**【대표도】**

도 3

## 【명세서】

## 【발명의 명칭】

파이프라인 구조를 갖는 다단 A/D 컨버터 및 그것을 설계하기 위한 코딩 방법  
 {MULTI-STAGE ANALOG TO DIGITAL CONVERTER WITH PIPELINE STRUCTURE AND CODING METHOD  
 FOR DESIGNING IT}

## 【도면의 간단한 설명】

도 1은 A/D 컨버터를 설계하기 위한 종래의 코딩 방법을 나타내는 도면이다.

도 2는 A/D 컨버터를 설계하기 위한 본 발명에 따른 코딩 방법을 나타내는 도면이다.

도 3은 도 2에 도시된 본 발명의 코딩 방법에 따라 설계된 파이프라인 구조를 갖는 다단 A/D 컨버터를 나타내는 도면이다.

## &lt;도면의 주요부분에 대한 부호의 설명&gt;

10 : 샘플 앤드 홀더	20 : 제 1 단 컨버터
30 : 제 2 단 컨버터	40 : 제 3 단 컨버터
50 : 제 4 단 컨버터	60 : 보정회로

## 【발명의 상세한 설명】

## 【발명의 목적】

## 【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

<8> 본 발명은 파이프라인 구조를 갖는 다단 A/D 컨버터(Multi-stage A/D Converter) 및 그것을 위한 코딩 방법에 관한 것으로, 특히 회로가 간단하여 반도체 칩으로 구현 시

칩 면적을 적게 차지하고 전력소모가 적은 파이프라인 구조를 갖는 다단 A/D 컨버터에 관한 것이다.

<9> 일반적으로, 파이프라인 구조를 갖는 A/D 컨버터를 설계할 때, 각 단(stage)에서 발생하는 오프셋 에러를 보정하기 위해 1 비트(bit)를 중첩하는 코딩 기술을 사용한다. 예를 들어, 3 단으로 이루어진 A/D 컨버터에서 10 비트의 데이터를 만들기 위해 제 1 단에서 제 3단까지 각각 4 비트를 갖도록 설계하여, 제 2 단 및 제 3 단에서 1 비트만큼의 영역을 에러보정 영역으로 두어서 전 단의 에러를 다음 단에서 보정한다. 이와 같은 방법으로 A/D 컨버터를 설계할 경우, A/D 컨버터를 구성하는 각 단의 면적과 전력소모는 보정 비트를 두지 않았을 경우에 비해 2 배정도 된다. 그런데, 오프셋 에러를 보정하지 않으면 A/D 컨버터는 정상적으로 동작하지 않으므로, 파이프라인 구조의 A/D 컨버터에서 에러의 보정은 필수적이다. 도 1은 A/D 컨버터를 설계하기 위한 종래의 코딩 방법을 나타내는 도면이다. 도 1에는 4 단으로 구성되고 14 비트의 데이터를 만들기 위한 A/D 컨버터의 코딩 기술이 나타나 있다. 제 1 단(1st STAGE)은 5 비트로 구성되어 있고, 제 2 단(2nd STAGE) 내지 제 4 단(4th STAGE)은 각각 4 비트로 구성되어 있다. 제 2 단 내지 제 3 단에서 1 비트는 전단에서 발생한 에러의 보정을 위해 사용된다. 도 1에서 정상 영역(NORMAL RANGE)은 전 단에 오프셋 에러가 없어서 전 단의 결과를 그대로 사용하는 영역이고, ADD1과 SUB1은 각각 전 단에 오프셋 에러가 존재할 경우 이것을 후 단에서 감지하여 전단의 결과에 1 비트를 더하거나 빼는 신호이다.

<10> 상술한 바와 같이, 종래에는 파이프라인 구조를 갖는 다단 A/D 컨버터에서

전 단의 에러를 보정하기 위해서 제 2 단 이하 모든 단(stage)의 1 비트를 에러보정 비트로 두었기 때문에 회로가 복잡하고 반도체 칩으로 구현 시 칩 면적을 많이 차지하였고 전력소모도 많았다.

**【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】**

- <11>        상술한 바와 같은 문제점을 해결하기 위하여, 본 발명에 따른 파이프라인 구조를 갖는 다단 A/D 컨버터는 제 2 단(2nd STAGE)에만 에러보정을 위해 1 비트를 두고 제 3 단(3rd STAGE) 이하의 단에는 에러보정 비트를 두지 않았다.
- <12>        본 발명의 목적은 회로가 간단하여 반도체 칩으로 구현 시 칩 면적을 적게 차지하고 전력소모가 적은 파이프라인 구조를 갖는 다단 A/D 컨버터를 제공하는 것이다.
- <13>        본 발명의 다른 목적은 파이프라인 구조를 갖는 다단 A/D 컨버터의 코딩 방법을 제공하는 것이다.

**【발명의 구성 및 작용】**

- <14>        본 발명에 따른 파이프라인 구조를 갖는 다단 A/D 컨버터는 아날로그 입력신호를 수신하여 샘플링하고 홀딩하는 샘플 앤드 홀더와 복수의 단으로 구성되고 상기 샘플 앤드 홀더의 출력을 수신하고 원하는 수의 비트를 갖는 디지털 데이터를 발생시키는 컨버터부와 전 단 컨버터에서 오프셋 에러가 발생했을 때 전 단의 최하위 비트와 후 단의 최상위 비트를 중첩하여 보정하고 상기 컨버터부의 각 단으로부터 디지털 출력신호를 수신하여 디지털 출력 데이터를 출력하는 보정회로로 구성된 파이프라인 구조를 갖는 다단 A/D 컨버터에 있어서, 상기 컨버터부의 제 2 단에는 제 1 단에서 발생한 에러를 보정

하기 위한 에러보정 비트를 두고 제 3 단 이하에서는 에러보정 비트를 두지 않는 것을 특징으로 한다.

<15>       상기 컨버터부의 각 단은 상기 샘플 앤드 홀더의 출력을 수신하고 수신된 아날로그 신호에 해당하는 디지털 신호를 발생시키는 플래쉬 컨버터, 및 상기 플래쉬 컨버터로부터 디지털 신호를 수신하여 아날로그 신호로 변환하고 이것과 아날로그 신호인 상기 샘플 앤드 홀더의 출력신호와의 차이를 구해 나머지(residue) 신호를 만들고 이 나머지 신호를 증폭하는 MDAC(Multiplying Digital to Analog Converter)를 구비하는 것을 특징으로 한다.

<16>       이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 파이프라인 구조를 갖는 다단 A/D 컨버터에 대해 설명한다.

<17>       도 2는 A/D 컨버터를 설계하기 위한 본 발명에 따른 코딩 방법을 나타내는 도면이다. 도 2에서, 정상 영역(NORMAL RANGE)은 전 단계 오프셋 에러가 없어서 전 단계의 결과를 그대로 사용하는 영역이고, ADD1과 SUB1은 각각 전 단계 오프셋 에러가 존재할 경우 이것을 후 단계에서 감지하여 전단계의 결과에 1 비트를 더하거나 빼는 신호이다. 제 1 단계(1st STAGE)에서 5 비트를 결정하고 이득을 16으로 하여 증폭한 후 제 2 단계(2nd STAGE)으로 전송한다. 제 2 단계(2nd STAGE)의 상부 4 비트와 하부 4 비트는 에러보정 영역으로 사용한다. 제 2 단계(2nd STAGE)에서 4 비트를 결정하고(실제 데이터는 3 비트이고 1 비트는 에러보정용 데이터) 이득을 16으로 하여 증폭하고 제 3 단계(3rd STAGE)으로 전송한다. 제 3 단계(3rd STAGE)에서는 이득을 8로 하여 증폭한 후 제 4 단계(4th STAGE)으로 전송하고, 전체 영역을 모두 데이터 변환 영

역으로 사용한다. 제 4 단에서도 전체 영역을 모두 데이터 변환 영역으로 사용한다. 제 1 단(1st STAGE)의 LSB(Least Significant Bit, 최하위 비트)는  $2V_{REF}/32$ 이고, 제 2 단(2nd STAGE)의 LSB는  $2V_{REF}/16$ 이고, 제 3 단(3rd STAGE)과 제 4 단(4th STAGE)의 LSB는 각각  $2V_{REF}/8$ 이다. 제 2 단(2nd STAGE)에서는 1 비트를 에러보정용으로 두기 때문에 제 1 단(1st STAGE)에서 발생한 에러의  $\pm(1/2)$ LSB 범위의 오프셋 에러를 보정할 수 있고, 제 3 단(3rd STAGE)과 제 4 단(4th STAGE)에서는 에러보정용 비트를 따로 두지 않기 때문에  $\pm(1/8)$ LSB 범위의 오프셋 에러만 보정할 수 있다. 그러나 제 3 단(3rd STAGE)과 제 4 단(4th STAGE)의 LSB 절대값은  $2V_{REF}/8$ 로서 제 1 단(1st STAGE)의 LSB 절대값인  $2V_{REF}/32$ 보다 4 배 커지므로 에러보정 범위의 절대값은 비슷하게 된다. 따라서, 제 2 단(2nd STAGE)에서만 에러보정용으로 1 비트를 두고 제 3 단(3rd STAGE) 이하에서는 에러보정용 비트를 따로 두지 않아도 회로 동작에는 문제가 없다.

<18> 도 3은 도 2에 도시된 본 발명의 코딩 방법에 따라 설계된 파이프라인 구조를 갖는 다단 A/D 컨버터를 나타내는 도면이다. 도 3에 도시된 본 발명에 따른 다단 A/D 컨버터는 5 비트 플래쉬 컨버터(Flash Converter)(22)와 5 비트 MDAC(Multiplying Digital to Analog Converter)(24)로 구성된 제 1 단 컨버터(20), 4 비트 플래쉬 컨버터(32)와 4 비트 MDAC(34)로 구성된 제 2 단 컨버터(30), 3 비트 플래쉬 컨버터(42)와 3 비트 MDAC(44)로 구성된 제 3 단 컨버터(40), 3 비트 플래쉬 컨버터(52)로 구성된 제 4 단 컨버터(50), 및 보정회로(60)를 구비한다.

<19> 이하, 도 3을 참조하여 본 발명에 따른 파이프라인 구조를 갖는 다단 A/D 컨버터의 동작에 대해 설명한다. 도 3에 도시된 A/D 컨버터는 4 단으로 구성되고 14 비트의 디지털 신호를 만드는데, 제 1 단 컨버터(20)에서는 5 비트, 제 2 단 컨버터(30)에서 3비

트를, 제 3 단 컨버터(40)에서는 3비트를, 제 4 단 컨버터(50)에서 3비트를 만든다. 4 비트로 구성된 제 2 단 컨버터(30)에서 1 비트는 제 1 단 컨버터(20)에서 발생한 에러를 보정하는 데 사용된다.

<20>      샘플 앤드 홀더(10)는 아날로그 입력신호(VIN)를 수신하여 샘플링하고 홀딩하는 기능을 한다.

<21>      제 1 단 컨버터(20)의 5 비트 플래쉬 컨버터(22)는 샘플 앤드 홀더(10)의 출력을 수신하고 수신된 아날로그 신호에 해당하는 5 비트의 디지털 신호를 발생시킨다. 제 1 단 컨버터(20)의 5 비트 MDAC(24)는 5 비트 플래쉬 컨버터(22)로부터 5 비트의 디지털 신호를 수신하여 아날로그 신호로 변환하고 이 값과 아날로그 신호인 샘플 앤드 홀더(10)의 출력신호와의 차이를 구해 나머지(Residue) 신호를 만들고 이 나머지 신호를 증폭하는 기능을 한다. 5 비트 MDAC(24)의 증폭 이득은 16이다.

<22>      제 2 단 컨버터(30)의 4 비트 플래쉬 컨버터(32)는 5 비트 MDAC(24)의 출력을 수신하고 수신된 아날로그 신호에 해당하는 4 비트의 디지털 신호를 발생시킨다. 제 2 단 컨버터(30)의 4 비트 MDAC(34)는 4 비트 플래쉬 컨버터(32)로부터 4 비트의 디지털 신호를 수신하여 아날로그 신호로 변환하고 이 값과 아날로그 신호인 5 비트 MDAC(24)의 출력 신호와의 차이를 구해 나머지(Residue) 신호를 만들고 이 나머지 신호를 증폭하는 기능을 한다. 4 비트 MDAC(34)의 증폭이득은 16이다.

<23>      제 3 단 컨버터(40)의 3 비트 플래쉬 컨버터(42)는 4 비트 MDAC(34)의 출력을 수신하고 수신된 아날로그 신호에 해당하는 3 비트의 디지털 신호를 발생시킨다. 제 3 단 컨버터(40)의 3 비트 MDAC(44)는 3 비트 플래쉬 컨버터(42)로부터 3 비트의 디지털 신호를 수신하여 아날로그 신호로 변환하고 이 값과 아날로그 신호인 4 비트 MDAC(34)의 출

력신호와와의 차이를 구해 나머지(Residue) 신호를 만들고 이 나머지 신호를 증폭하는 기능을 한다. 3 비트 MDAC(44)의 증폭이득은 8이다.

<24> 제 4 단 컨버터(50)의 3 비트 플래쉬 컨버터(52)는 3 비트 MDAC(44)의 출력을 수신하고 수신된 아날로그 신호에 해당하는 3 비트의 디지털 신호를 발생시킨다.

<25> 보정회로(60)는 전 단 컨버터에서 오프셋 에러가 발생했을 때 전 단의 최하위 비트와 후 단의 최상위 비트를 중첩하여 보정하고 각 단으로부터 디지털 출력신호를 수신하여 14 비트인 디지털 출력 데이터(DOUT)를 출력하는 기능을 한다.

<26> 상술한 바와 같이, 제 2 단에서만 에러보정용으로 1 비트를 두고 제 3 단 이하에서는 에러보정용 비트를 따로 두지 않기 때문에, 본 발명에 따른 파이프라인 구조를 갖는 다단 A/D 컨버터는 반도체 칩으로 구현 시 셋째 단과 넷째 단이 1/2 정도의 칩 면적을 차지하고 전력소모도 줄어들게 되어, 전체적으로 30 % 정도의 면적과 전력소모가 줄어들게 된다.

<27> 상기에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허청구의 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

#### 【발명의 효과】

<28> 상술한 바와 같이, 본 발명에 따른 파이프라인 구조를 갖는 다단 A/D 컨버터는 회로가 간단하여 반도체 칩으로 구현 시 칩 면적을 적게 차지하고 전력소모가 적다.

## 【특허청구범위】

## 【청구항 1】

아날로그 입력신호를 수신하여 샘플링하고 홀딩하는 샘플 앤드 홀더와 복수의 단으로 구성되고 상기 샘플 앤드 홀더의 출력을 수신하고 원하는 수의 비트를 갖는 디지털 데이터를 발생시키는 컨버터부와 전 단 컨버터에서 오프셋 에러가 발생했을 때 전 단의 최하위 비트와 후 단의 최상위 비트를 중첩하여 보정하고 상기 컨버터부의 각 단으로부터 디지털 출력신호를 수신하여 디지털 출력 데이터를 출력하는 보정회로로 구성된 파이프라인 구조를 갖는 다단 A/D 컨버터에 있어서,

상기 컨버터부의 제 2 단에는 제 1 단에서 발생한 에러를 보정하기 위한 에러보정 비트를 두고 제 3 단 이하에서는 에러보정 비트를 두지 않는 것을 특징으로 하는 파이프라인 구조를 갖는 다단 A/D 컨버터.

## 【청구항 2】

제 1 항에 있어서, 상기 컨버터부의 각 단은

상기 샘플 앤드 홀더의 출력을 수신하고 수신된 아날로그 신호에 해당하는 디지털 신호를 발생시키는 플래쉬 컨버터; 및

상기 플래쉬 컨버터로부터 디지털 신호를 수신하여 아날로그 신호로 변환하고 이것과 아날로그 신호인 상기 샘플 앤드 홀더의 출력신호와의 차이를 구해 나머지(residue) 신호를 만들고 이 나머지 신호를 증폭하는 MDAC를 구비하는 것을 특징으로 하는 파이프라인 구조를 갖는 다단 A/D 컨버터.

**【청구항 3】**

제 2 항에 있어서, 상기 컨버터부는 4 단으로 구성되어 있고, 상기 컨버터부의 상기 제 1 단은 5 비트로 구성된 상기 플래쉬 컨버터와 5 비트로 구성된 상기 MDAC를 갖고, 상기 컨버터부의 상기 제 2 단은 4 비트로 구성된 상기 플래쉬 컨버터와 4 비트로 구성된 상기 MDAC를 갖고, 상기 컨버터부의 상기 제 3 단은 3 비트로 구성된 상기 플래쉬 컨버터와 3 비트로 구성된 상기 MDAC를 갖고, 제 4 단은 3 비트로 구성된 상기 플래쉬 컨버터를 갖고, 상기 제 2 단에는 상기 제 1 단에서 발생한 에러를 보정하기 위한 에러보정 비트를 두고 전체 14 비트의 디지털 데이터를 발생시키는 것을 특징으로 하는 파이프라인 구조를 갖는 다단 A/D 컨버터.

**【청구항 4】**

제 3 항에 있어서, 상기 제 1 단과 상기 제 2 단의 MDAC의 이득은 16이고, 상기 제 3 단의 MDAC의 이득은 8인 것을 특징으로 하는 파이프라인 구조를 갖는 다단 A/D 컨버터.

**【청구항 5】**

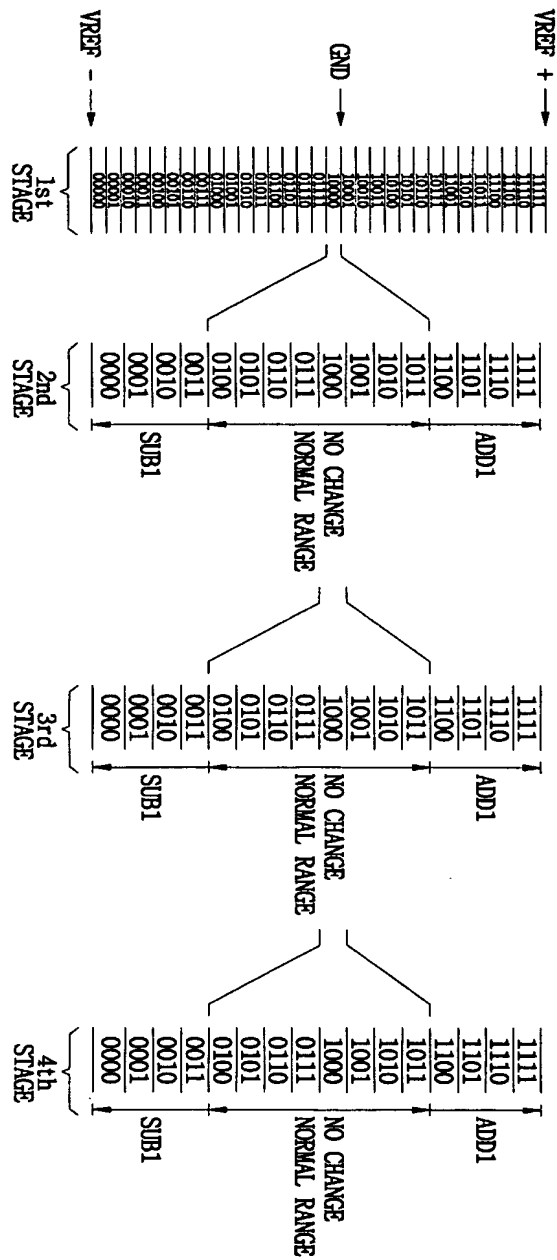
아날로그 입력신호를 수신하여 샘플링하고 홀딩하는 샘플 앤드 홀더와 복수의 단으로 구성되고 상기 샘플 앤드 홀더의 출력을 수신하고 원하는 수의 비트를 갖는 디지털 데이터를 발생시키는 컨버터부와 전 단에서 오프셋 에러가 발생했을 때 전 단의 최하위 비트와 후 단의 최상위 비트를 중첩하여 보정하고 상기 컨버터부의 각 단으로부터 디지털 출력신호를 수신하여 디지털 출력 데이터를 출력하는 보정회로로 구성된 파이프라인 구조를 갖는 다단 A/D 컨버터에 있어서,



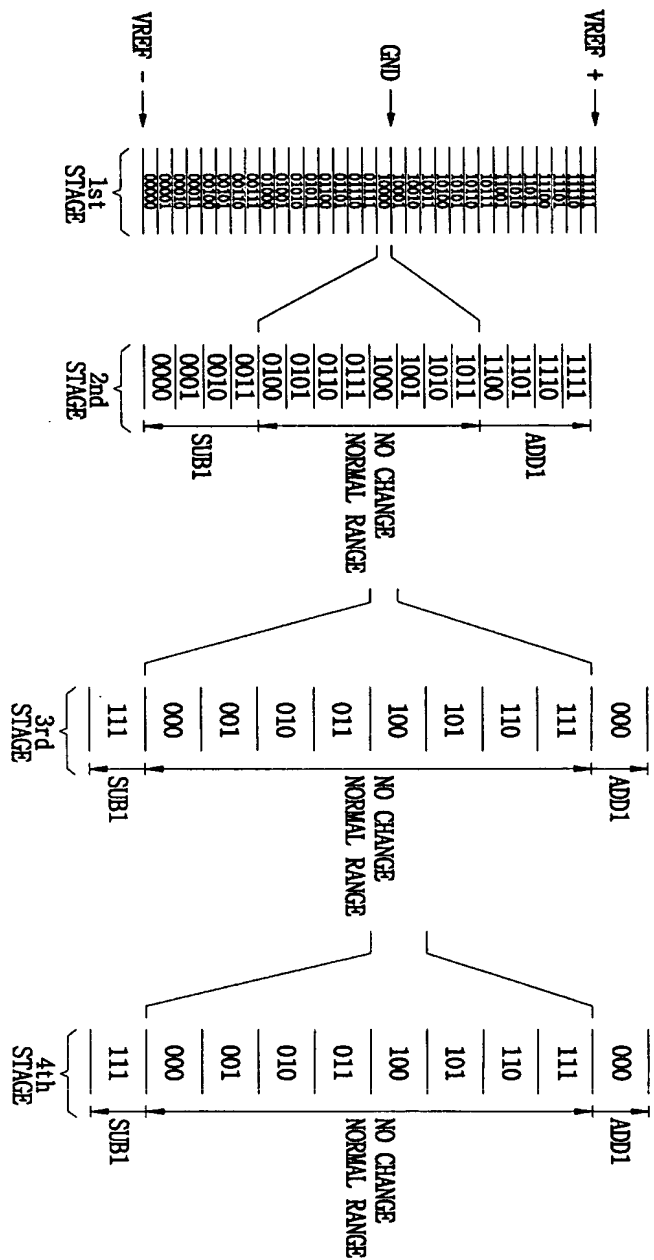
상기 컨버터부의 제 2 단에는 제 1 단에서 발생한 에러를 보정하기 위한 에러보정 비트를 두고 제 3 단 이하에서는 에러보정 비트를 두지 않는 것을 특징으로 하는 파이프 라인 구조를 갖는 다단 A/D 컨버터를 설계하기 위한 코딩 방법.

【도면】

【도 1】



【도 2】



【도 3】

